CRYOMECH

Model GB37 Cryogenic Refrigerator

OPERATION AND SERVICE MANUAL

INCLUDES CP25 COMPRESSOR SYSTEM

1630 ERIE BLVD. EAST
SYRACUSE, NEW YORK 13210
USA
TEL: 315-475-9692
FAX: 315-422-1202

TABLE DES MATIERES

I- INTRODUCTION.....5
A. Aperçu.....5
B. Code de renvoi.....5
C. Nomenclature.....5
D. Garantie.....6
E. Principe de fonctionnement.....6

II- DESCRIPTION.....6
A- La tête froide.....6
1. Cylindres.....6
2. Joints de tube axial et système de maintien.....7
3. Ensemble moteur.....8
4. Vanne et plaque à vanne.....8

B- Ensemble compresseur.....8
1. Module de compresseur.....8
2. Echangeur de chaleur.....9
3. 1er étage de séparation d'huile.....9
4. Circuit d'injection d'huile.....9
5. 2ème étage de séparation d'huile.....9
6. Circuit de retour d'huile des séparateurs.....9
7. Décanteur.....9
8. Canalisation de retour d'huile du décanteur.....10
9. Coalesceur.....10
10. Canalisations de retour d'huile du coalesceur..10
11. Adsorbeur à charbon actif.....10
12. Jauges de pression.....10
13. Soupape de by-pass.....10
14. Circuit de contrôle et sécurités 11
15. Accès de maintenance et vanne de service.....11
16. Câble d'alimentation du moteur.....11

C. Lignes flexibles.....12

D. Pièces de rechanges et outils.....12

E. Performances 12
1. Températures et puissances de réfrigération.....12
2. Spécifications du réfrigérateur.....13

III. INSTALLATION DU CRYOREFRIGERATEUR GB 37.....13
A. Introduction.....13
1. Dimensions.....13
2. Montage sur la surface froide.....13

B. Orientation 14

C. Instrumentation.....14
1. Diodes au silicium.....14
2. Thermocouples.....15
3. Thermomètres à pression de vapeur.....15

D. Installation de capteurs de température.....15
1. Localisation.....16
2. Thermalisation des fils.....16
3. Liaisons thermiques.....17

E. Isolement de la chaleur rayonnante.....17

F. Condition de vide requise.....17

G. Installation du compresseur.....17
1. Conditions de puissance requises.....18
2. Bloc du transformateur.....18
3. Considérations environnementales.....18
a. Température ambiante.....18
b. Empoussièrement.....19
c. Humidité.....19
d. Horizontalité.....19
4. Conditions requises de refroidissement.....19
5. Cordon d'alimentation de la tête froide.....20

H. Installation des lignes.....20

IV. FONCTIONNEMENT DU CRYOREFRIGERATEUR.....21
A. Introduction.....21

B. Mise en service.....21

C. Fonctionnement.....21

D. Charges caloriques.....22

E. Capacités du Cryomech GB 37.....22

F. Baisses de rendement.....22

G. Vérifications requises.....23
1. Tête froide.....23
2. Compresseur.....23

H. Vérifications quotidiennes.....24

I. INTRODUCTION

I.A- Aperçu

Le cryoréfrigérateur Cryomech GB 37 a été soigneusement conçu et fabriqué pour des heures de fonctionnement sans incident. Pour tirer le meilleur parti de cet appareil, Cryomech recommande de vous familiariser avec les indications, notes et procédures décrites dans ce manuel. Si, après l'avoir consulté, vous aviez quelques questions, n'hésitez pas à contacter Cryomech.

Le manuel lui-même est divisé en 5 sections:

1- Introduction (définitions et théorie)
2- Description des composants du GB 37
3- Installation
4- Fonctionnement
5- Entretien et maintenance

Chaque section fournit une explication détaillée accompagnée d'illustrations de tout ce que vous devez savoir sur le Cryomech GB 37.

I.B- Code de renvoi

Afin d'éviter des confusions, certains sujets de ce manuel sont référencés. Le code de renvoi correspond à la numérotation de la table des matières, plus le numéro de la page. Par exemple, pour le sujet: "jauges de pression":

II B 12
(section - sous-section - sujet)

CONSERVEZ CE MANUEL DANS UN ENDROIT SÛR ET PRATIQUE AFIN DE POUVOIR S'Y REFERER A TOUT MOMENT.

I.C- Nomenclature.

La nomenclature doit être définie afin de clarifier les noms communément attribués aux différents composants dans un système de cryoréfrigérateur Cryomech. Les définitions sont les suivantes:
*CRYOREFRIGERATEUR: un système incluant une tête froide, un compresseur et des lignes, qui est capable d'atteindre une température cryogénique inférieure à 120K.
*ELEMENT COMPRESSEUR ou BLOC COMPRESSEUR: composant producteur de travail du système cryoréfrigérateur, qui comprime l'hélium afin d'alimenter la tête froide.
*TETE FROIDE: système de détente, qui est capable d'atteindre des températures cryogéniques par une détente de l'hélium entre la haute pression et la basse pression du retour au compresseur
*REFRIGERATEUR: dans ce manuel, le mot "réfrigérateur" est employé en terme générique, en remplacement du terme "cryoréfrigérateur". "Réfrigérateur" fait référence au système entier, incluant la tête froide, le compresseur et les canalisations.

I.D- Garantie

Cryomech étend une garantie sur toutes les parties et fabrications pour 6000 heures d'utilisation, ou trois (3) ans, si ce temps d'utilisation n'est pas atteint avant, dans la mesure où l'utilisateur emploie et maintient l'équipement selon les spécifications et procédures préconisées ici par Cryomech Inc. Lors des opérations sous garantie, le transport et la manutention sont à la charge du client.

I.E- Aperçu sur la théorie du procédé.

Le GB 37 est un cryoréfrigérateur Gifford-McMahon(G-M). L'espace de ce manuel ne permet pas d'exposer les éléments complets de la théorie. Sur demande, Cryomech fournira une publication du Professeur William E. Gifford (co-inventeur du cycle G-M), où sont expliqués les principes physiques mis en pratique dans le GB 37. Un schéma simple se trouve figure 1, et explicite le fonctionnement d'un cryoréfrigérateur à cycle Gifford-McMahon à deux étages. Nous espérons qu'il vous fournira suffisamment d'explications pour être utile lors de l'utilisation du GB37.

Le système de compresseur dont vous disposez est essentiel au fonctionnement du cryoréfrigérateur GB 37. Le compresseur CP 25 fournit de l'hélium comprimé à la tête froide via des lignes flexibles en acier inoxydable. Cet hélium sous pression doit être exempt d'huile, d'humidité, ou de tout gaz qui pourrait être condensé lors de l'opération (ce qui se produirait pour tout gaz sauf l'hélium). Quelques parties par million d'autres gaz sont tolérées par la tête froide en conservant sa fiabilité et son MTBF. Mais il faut prendre les plus grandes précautions pour ne pas introduire d'autres gaz dans le circuit.

Le cryoréfrigérateur GB37 suit le cycle G-M par une détente de l'hélium à haute pression vers une basse pression. Ceci est répété 144 fois par minute. La fréquence est contrôlée par une vanne rotative qui active les déplaceurs et envoie le flux d'hélium à travers les régénérateurs et les échangeurs de chaleur. Le volume de gaz à détendre est ainsi chargé en hélium à haute pression. La vanne rotative effectue alors une rotation de 45° et l'hélium haute pression peut se détendre et s'échapper en traversant l'échangeur de chaleur. Le gaz retourne ensuite à travers le régénérateur vers l'aspiration (basse pression) du compresseur.

II. DESCRIPTION

II.A- La tête froide

Le cryoréfrigérateur GB 37 est constitué de deux ensembles d'éléments: la partie moteur, et la partie cylindres. La figure 1 montre une vue des deux parties et comment elles s'assemblent

II.A- 1- Ensemble des éléments de cylindre

La partie cylindres, N°15, est l'élément principal contenant les déplaceurs, régénérateurs, et échangeurs de chaleur. Les tubes sont soudés à une bride principale où se trouvent les trous destinés à la fixation de la tête froide sur l'enceinte à vide.

L'échangeur de chaleur du 1er étage, N° 23, est fixé à l'extrémité du tube du déplaceur du 1er étage, N° 20, et du tube du régénérateur du 1er étage, N° 28.

L'échangeur de chaleur du 2ème étage, N° 27, est fixé à l'extrémité du tube du 2ème étage, N° 8, et du tube du régénérateur du 2ème étage, N° 25.

Les deux échangeurs de chaleur sont faits de cuivre à haute conductibilité. Les tubes de cet ensemble sont en acier inoxydable 304 et d'épaisseur 0,030".

ATTENTION: ETANT DONNE LA FAIBLE EPAISSEUR DES PAROIS DES TUBES, LA MANIPULATION DE LA TÊTE FROIDE DOIT SE FAIRE AVEC UNE EXTREME PRECAUTION. LA GARANTIE NE COUVRE PAS DES DEPLACEURS, REGENERATEURS, JOINTS ET TUBES GRIFFES OU COURBES.

Le cryoréfrigérateur GB 37 est pourvu de deux (2) déplaceurs qui s'insèrent dans l'ensemble cylindres. Le déplaceur du 1er étage, numéro 21, a le plus gros diamètre et s'insère dans le tube de plus gros diamètre, numéro 20. Le joint torique du 1er étage, numéro 19, s'insère sur la tige du 1er étage, numéro 17, et sépare l'extrémité chaude du déplaceur de l'extrémité froide, active.

Le déplaceur du 2ème étage, numéro 7, est de petit diamètre et s'insère dans le plus petit cylindre, numéro 8, à côté du tube de plus gros diamètre, numéro 20. Les joints d'embout du 2ème étage, numéro 6, s'insèrent sur la tige du 2ème étage, numéro 5. Les deux déplaceurs des 1er et 2ème étages se déplacent à l'intérieur de leur cylindre.

Le régénérateur du 1er étage, numéro 22, se trouve dans le cylindre du régénérateur, numéro 28. Le régénérateur est un échangeur de chaleur à travers lequel l'hélium comprimé (entrée) et l'hélium détendu (sortie) passent pour atteindre les volumes de détente. L'hélium détendu, provenant du volume d'expansion, est à une température plus basse que celle de l'échangeur en tout point donné. A chaque point précis, il prend de la chaleur, abaissant la température à cet endroit de l'échangeur. Quand l'hélium comprimé, sur son trajet vers le volume d'expansion, passe au même endroit dans l'échangeur, il est à une température supérieure à celle de l'échangeur, donc il cède de la chaleur à l'échangeur, abaissant la température du gaz entrant. Grâce à l'utilisation d'un régénérateur, la tempèrature de l'hélium haute pression chargé dans le volume d'expansion à l'extrémité froide du régénérateur est "proche" de la température de la dernière charge d'hélium détendu dans le fond (extrémité la plus froide) de la matrice du régénérateur. Le régénérateur conserve la chaleur dans l'hélium qui est comprimé à température ambiante et évite sa transmission à l'extrémité froide de l'échangeur de chaleur (#23). Le régénérateur est une matrice d'échangeur de chaleur, il refroidit le gaz entrant et retient les frigories du gaz sortant.

Le régénérateur du 2ème étage, numéro 26, est situé dans le cylindre de petit diamètre, numéro 25, situé sous le cylindre du régénérateur du 1er étage. Le régénérateur du 2ème étage est fixe et est pourvu d'un joint, numéro 24, pour éviter le passage du gaz, et permettre ainsi un rendement maximum. Le but de cet élément est le même que celui du régénérateur du 1er étage. La matière du régénérateur du second étage est différente afin d'optimiser la capacité du GB 37 en dessous de 25K.

II.A- 2- <u>Joints du tube axial et leur maintien</u>.

Pour faciliter leurs mouvements, les deux déplaceurs nécessitent un dispositif de maintien du tube axial et des joints. Les déplaceurs sont mus pneumatiquement par le travail de l'hélium. La pression actionnant les déplaceurs s'applique au tube axial et est isolée du reste du système par les joints. Le joint du tube axial du 1er étage, numéro 18, et son dispositif de retenue, numéro 16, sont en haut du cylindre du déplaceur du 1er étage. Le joint du tube axial du 2ème étage, numéro 4, et son dispositif de maintien numéro 3, sont en haut du tube du déplaceur du 2ème étage. Les joints sont importants pour le bon fonctionnement des déplaceurs, et doivent être vérifiés chaque fois que la tête froide est ouverte.

II.A- 3- L'ensemble moteur: moteur et support du moteur

Le moteur, numéro 12, et le support du moteur, numéro 13, contiennent la vanne rotative, numéro 1, et la plaque de vanne, numéro 2. Cet ensemble est monté sur la flasque, numéro 14, de l'ensemble cylindres, numéro 15. Le moteur est de type synchronique tournant à 72 t/mn et actionne avec précision la vanne rotative sur la plaque à vanne. La vitesse de ce moteur détermine le nombre de cycles par minute de la tête froide.

Le moteur est monté sur le support du moteur, numéro 13 et est isolé de l'extérieur par l'enveloppe du moteur, numéro 10, et sa plaque de fermeture, numéro 9. L'alimentation électrique du moteur est fournie par un passage étanche, numéro 11, avec une fiche et sa fixation.

II.A- 4- Vanne et plaque de vanne

La vanne numéro 1 s'adapte sur l'axe carré du moteur et s'appuie sur la face de la plaque de vanne, numéro 2. La vanne contrôle l'alternance de haute et basse pression du gaz à la fois pour le processus de détente et pour le mouvement des déplaceurs. Pour chaque demi-tour de la vanne, la tête froide exécute un cycle. Ceci est à prendre en considération, ainsi que le fait que, le moteur tournant à 72 t/mn, le GB 37 effectue un cycle 144 fois par minute quand on a une alimentation en 60Hz. Si on utilise une alimentation en 50Hz, la tête froide effectuera un cycle 120 fois par minute.

II.B- Système de compression.

Le système de compression génère le flux d'hélium très pur pour le système de réfrigérateur cryogénique. D'un point de vue empirique, nous avons une alimentation en haute pression et un retour en basse pression. Une compréhension élémentaire du système de compression, de ses composants et de leur fonction, est nécessaire pour tirer les meilleures performances de la machine.

Le bloc du compresseur doit être alimenté avec un courant de 208/220 V - 3 phases, 60Hz ou 400 V - 3 phases, 50Hz et de l'eau de refroidissement.

Le module compresseur utilise le courant électrique pour comprimer l'hélium, et produit de la chaleur lors du processus. La majeure partie de la chaleur est dans le mélange d'huile et d'hélium qui a été comprimé. Cette chaleur est évacuée dans l'échangeur de chaleur refroidi par eau. Le circuit d'injection d'huile refroidit aussi le module compresseur en injectant de l'huile froide directement sur les têtes du compresseur. Un ventilateur enlève également de la chaleur au compresseur. Les autres composants sont les séparateurs d'huile dont la fonction est d'assurer que l'hélium à haute pression qui sort du compresseur soit absolument pur. Quatre de ces séparateurs d'huile ont des circuits de retour d'huile au compresseur.

Le circuit électrique pour l'alimentation du moteur de la tête froide est situé dans la boite électrique du bloc de compresseur et est relié à la tête froide via le câble électrique gris.

Tous ces composants sont expliqués plus loin.

II.B- 1- Module compresseur.

Le module compresseur est un compresseur semi-hermétique, à quatre cylindres, lubrifié à l'huile. Il a été modifié, à la fois à l'intérieur et à l'extérieur, pour une utilisation dans un système à hélium. Le but de ces modifications est d'éviter la surchauffe du module compresseur. Un ventilateur orienté vers l'enveloppe du moteur de compresseur fournit un refroidissement supplémentaire.

Un voyant liquide circulaire est visible à travers la grille du panneau avant pour contrôler le niveau d'huile. Ce voyant est situé sous la boite électrique du module compresseur. Le niveau d'huile doit toujours être au moins à la moitié de la hauteur du voyant quand l'unité est en marche.

II.B- 2- Echangeur de chaleur

Le système de compresseur CP 25 est disponible seulement en version refroidie par eau. L'unique circuit échangeur de chaleur refroidit le mélange hélium comprimé/huile fourni directement par le module de compresseur. Il est important que le flux hélium/huile soit bien refroidi car l'efficacité des séparateurs d'huile est réduite de manière significative quand la température du mélange hélium/huile augmente. Le débit requis et la température maximum de l'eau de refroidissement sont donnés en section III-G-4.

II.B- 3- 1er étage de séparation d'huile

Le mélange hélium/huile refroidi passe de l'échangeur de chaleur au 1er étage de séparation d'huile. La majeure partie de la séparation d'huile a lieu dans ce séparateur par l'utilisation d'un écran et d'un brusque changement dans la direction du flux. L'huile récupérée ainsi dans le fond du filtre alimente le circuit d'injection d'huile et le reste retourne à la réserve du compresseur par la canalisation de retour d'huile.

II.B- 4- Circuit d'injection d'huile

Le circuit d'injection d'huile joue un rôle majeur dans le refroidissement du module de compresseur.

Ce circuit commence au 1er étage de séparation d'huile, et consiste en un filtre et deux orifices de contrôle du flux, suivis chacun par un voyant liquide. Le circuit d'injection de l'huile se continue au niveau des têtes du compresseur où l'huile est injectée dans les entrées basse pression situées sur chaque tête. Il y a deux entrées d'injection par tête.

L'huile refroidie, à haute pression, recueillie au fond du 1er étage de séparation, est refoulée dans le filtre, à travers les orifices de contrôle de flux et les voyants, et finalement dans les couvercles de culasses. Là l'huile se mêle à nouveau avec l'hélium, est comprimée, et le cycle est répété.

II.B- 5- 2ème étage de séparation d'huile

L'hélium entre ensuite dans le 2ème étage de séparation d'huile, qui fonctionne sur les mêmes principes que le séparateur d'huile numéro 1, mais avec un écran plus fin. L'huile est renvoyée à la réserve d'huile du compresseur par la canalisation de retour d'huile.

II.B- 6- Circuit de retour d'huile des 1er et 2ème séparateurs.

Les deux séparateurs d'huile des 1er et 2ème étages ont un flotteur interne et des mécanismes de soupape qui permettent le retour de l'huile à la réserve du compresseur. Les deux canalisations de retour d'huile sont pourvues de voyants pour vérifier la quantité d'huile retournée. La canalisation de retour du 1er étage de séparation opérera en premier et renverra une plus grande quantité d'huile que celle du 2ème étage de séparation.

II.B- 7- Décanteur.

L'hélium venant du 2ème séparateur entre ensuite dans le décanteur. A ce point, la quantité d'huile entraînée par l'hélium a été réduite de manière significative. Dans le décanteur, l'huile s'accumule sur des surfaces fibreuses et s'écoule vers le fond. L'huile piégée est retournée à la réserve du compresseur par la canalisation de retour d'huile.

II.B- 8- Canalisation de retour d'huile du décanteur.

Cette canalisation est constituée d'un voyant, d'un micro-filtre et d'un orifice de contrôle du flux. L'huile collectée au fond du décanteur est en permanence retournée au compresseur. Le gaz haute pression contenu dans le décanteur est utilisé pour refouler l'huile vers la réserve d'huile du compresseur, qui est à basse pression.

II.B- 9- Coalesceur.

De la vapeur d'huile est toujours présente dans l'hélium quittant le décanteur. Le coalesceur remplit la même fonction que le décanteur, mais à une échelle plus fine. L'huile piégée est retournée au compresseur à travers la canalisation de retour d'huile du coalesceur.

II.B- 10- Canalisation de retour d'huile du coalesceur.

La canalisation de retour d'huile du coalesceur et celle du décanteur sont identiques à la fois dans leur composition et dans leur fonction. Le voyant du coalesceur devrait montrer un écoulement d'huile faible ou nul.

II.B- 11- Adsorbeur à charbon actif.

Après que les particules d'huile et aérosols aient été enlevés, l'hélium entre dans l'adsorbeur à charbon actif. Quelque contaminant vapeur que ce soit, il sera adsorbé par le charbon actif. Ainsi, seulement l'hélium gazeux pur pénètre dans la tête froide.

La fonction première de l'adsorbeur au charbon est l'élimination des impuretés dans le flux d'hélium gazeux. Si de l'humidité est admise dans le système, l'adsorbeur la retiendra. Toutefois, si des quantités excessives sont admises ceci provoquera éventuellement un mauvais fonctionnement de la tête froide et nécessitera une réparation.

L'adsorbeur à charbon actif doit être remplacé toutes les 10.000 heures.

II.B- 12- Jauges de pression.

Situées sur le panneau de contrôle du bloc de compresseur CP 25, il y a deux jauges de pression. Ces jauges indiquent la haute pression (jauge de droite) et la basse pression (jauge de gauche). Ceci est particulièrement utile quand on essaie de contrôler la température du réfrigérateur ou sa capacité en modifiant la pression du système ou le différentiel de pression. Voir section IV-F- sur le fonctionnement du réfrigérateur.

II.B- 13- Soupape de by-pass.

Située aussi sur le panneau de contrôle, la vanne de by-pass permet le contrôle du différentiel de pression. Ouvrir la vanne (tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) permet au gaz de passer du circuit haute pression vers le circuit basse pression. Ceci permet un contrôle de la température de la tête froide et des ajustements de la capacité, aussi bien à court terme qu'à long terme. Pour une performance maximum, la vanne de by-pass doit être complètement fermée. Voir section IV-F. sur le fonctionnement du réfrigérateur.

Avant d'arrêter le compresseur, la vanne de by-pass doit être ouverte de plusieurs tours.

II.B- 14- Circuit de contrôle et contrôles de sécurité.

Le bloc de compresseur CP 25 a un boîtier électrique indépendant contenant tous les composants nécessaires au fonctionnement de la tête froide et du compresseur. Le bouton poussoir lumineux de mise en route situé sur le panneau de contrôle active le système entier. Une horloge se trouve également sur le panneau avant.

Les contrôles de sécurité suivants sont inclus dans le bloc de compresseur

a- Interrupteur d'arrêt en basse pression, réglé à 40 +/- 5 PSIG. Bouton de ré-enclanchement manuel situé sur le panneau avant.(même bouton que pour b).

b- Interrupteur d'arrêt en haute pression réglé à 315 +/- 5 PSIG. Bouton de ré-enclanchement manuel situé sur le panneau de devant.

c- Interrupteur d'arrêt en haute température réglé à 120°F (49°C). Bouton de ré-enclanchement manuel situé sur le panneau avant. L'interrupteur ne se ré-enclanche pas tant que le bulbe, situé sur la canalisation de sortie de l'échangeur de chaleur, ne s'est pas refroidi de 10°F environ (5°C).

d- vanne de sécurité à l'atmosphère, sur le coalesceur, réglée à 340+5 PSIG. Ré-enclanchement automatique à 325+5 PSIG.

e- Interrupteur d'arrêt de surintensité et de haute température situé a l'extérieur, sur le module de compresseur. Se ré-enclanche automatiquement.

II.B- 15- Accès de maintenance et vanne d'intervention.

Les accès de maintenance et la vanne d'intervention sont situés sur le panneau avant. Ils permettent l'ajout ou le retrait d'hélium du bloc de compresseur. Le kit d'outils comprend les clés et raccords Aeroquip pour les connexions d'intervention.

ATTENTION: LE RACCORD AEROQUIP D'INTERVENTION DEVRA ETRE ENLEVE APRES UTILISATION AFIN D'EVITER DES PERTES ACCIDENTELLES D'HELIUM. POUR LES INSTRUCTIONS CONCERNANT L'AJOUT OU L'EVACUATION DE GAZ, VOIR SECTION V-B-4.

II.B- 16- Câble

Le câble d'alimentation du moteur, situé sur le panneau arrière du bloc compresseur, fournit la puissance à la tête froide. C'est un câble de couleur grise, avec une fiche à connexion rapide qui se connecte à une prise similaire à trois fiches sur la tête froide. Lorsqu'on relie la fiche à son socle, le détrompeur de la fiche doit correspondre avec le repère d'alignement bleu sur la prise. La prise a une douille de verrouillage sur laquelle se trouve la marque bleue. Cette douille doit cliquer dans la position verrouillée quand la fiche est poussée fermement sur la prise. Pour déconnecter, tirer la douille en débranchant.

ATTENTION: NE PAS CONNECTER OU DECONNECTER CETTE PRISE QUAND LE SYSTEME DE COMPRESSEUR EST EN MARCHE. CETTE MANOEUVRE ENDOMMAGERAIT LA FICHE ET LA PRISE, GRILLERAIT LE MOTEUR DE TETE FROIDE, ET POURRAIT CAUSER DES BLESSURES.

II.C- Lignes flexibles.

Les deux lignes flexibles en acier inoxydables sont utilisées pour connecter le bloc de compresseur à la tête froide. La longueur standard est de 10 pieds avec les raccords Aeroquip aux deux extrémités. Les lignes flexibles sont livrées propres, fermées, et chargées avec 190 +/- 5 PSIG d'hélium. La dimension des lignes et des raccords Aeroquip a été déterminée en fonction du flux d'hélium venant de et allant vers la tête froide. Toute modification des lignes ou des raccords Aeroquip doit se faire après concertation avec le personnel de Cryomech.

ATTENTION: LES RACCORDS AEROQUIP NE DOIVENT JAMAIS ETRE ENLEVES DES LIGNES FLEXIBLES SANS QUE CELLES CI N'AIENT ETE AUPARAVANT VIDEES DE LEUR CHARGE D'HELIUM.

II.D- Pièces de rechange et outils.

Votre système de cryoréfrigérateur Cryomech est fourni avec certaines pièces de rechange et outils. Ces pièces de rechange sont les remplacements les plus courants. La liste est la suivante:

PIECES DE RECHANGE:
1 joint de tube axial de diamètre 7/16" avec joint torique.
1 joint de tube axial de diamètre 1/2" avec joint torique.
1 joint rond de 2,250"
2 segments de 1.5" avec joints toriques.

OUTILS:
1 Clé ouverte 3/4"
1 Clé ouverte 1 3/8"
2 Clés ouvertes 1 5/8"
1 Clé 5/8"
1 Clé à T 8-32
1 Clé (longue) à T 5/16-24
1 Clé à T 10-32
1 Ensemble de clés hexagonales
1 Raccord Aeroquip 1/4"(femelle) pour maintenance
1 Raccord Aeroquip 3/4"(male) pour maintenance
1 Raccord Aeroquip 3/4"(femelle) pour maintenance
1 Tournevis à tête hexagonale 3/8"

II.E- Capacités du système.

II.E- 1- Températures et capacités.

Dans le cas d'une charge nulle, le cryoréfrigérateur GB37 a une température donnée estimée à 30 K sur le premier étage et 8.5 K sur le 2éme étage. Des températures légèrement plus basses peuvent être obtenues avec quelques modifications internes et externes. Ces ajustements et leurs effets sur les caractéristiques du réfrigérateur sont discutées en section IV-F.

Les capacités du réfrigérateur, mesurées en watts, varient en fonction des charges sur chaque étage. Des capacités estimées sont données ci-après, et la relation entre les étages est montrée sur le graphe en figure 2. Les capacités sur chaque étage peuvent être légèrement changées avec des modifications faites à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur. Ceci est également expliqué dans la

section IV-F. Les capacités citées ci-dessous sont les capacités standard du GB 37 fourni par Cryomech. Si des capacités différentes sont requises, Cryomech peut proposer des suggestions sur les modifications appropriées à effectuer. Cependant, Cryomech, ne garantira que les capacités montrées dans le tableau intitulé "Capacités du cryoréfrigérateur Cryomech GB 37".

II.E- 2- Spécifications du réfrigérateur.

Les spécifications données ci-après sont celles que l'on peut attendre quand le réfrigérateur fonctionne dans des conditions idéales. Des transformations peuvent être apportées dans la tête froide ou dans le système durant le fonctionnement afin de changer les capacités si désiré. Ces changements peuvent être trouvés en section IV-F.

CAPACITES DU CRYOREFRIGERATEUR CRYOMECH GB 37

COMPRESSEUR	**1er ETAGE MAX.**	**2è ETAGE MAX.**	**ENSEMBLE #1+#2**
CP25	60 W @ 70K	30 W @ 20K	60 W @ 70K + 25 W @ 20K

III - INSTALLATION DU CRYOREFRIGERATEUR GB 37

III.A- Introduction

L'installation correcte du cryoréfrigérateur est la chose primordiale pour le succès d'une application. Nombre des problèmes rencontrés en cryogénie viennent d'installations inadaptées. Bien que chaque application soit différente, les contraintes de l'environnement sont généralement assez semblables. La section suivante explique ce qui est nécessaire à une installation. Si, après ces rappels, des questions restaient sans réponses, ou si des contraintes particulières demandaient une attention spéciale, contactez Cryomech pour avis.

III.A- 1- Dimensions.

La figure 3 montre le dessin classique de la tête froide GB 37. Les principales dimensions et les emplacements de montage sont également montrés. La bride principale a quatre trous libres pour des vis 1/4-20 (M6x1). Un montage solide est recommandé. Il est nécessaire, quelque soit l'application, si la tête froide est montée verticalement et l'extrémité froide orientée vers le bas. Ne pas maintenir la tête froide en place seulement en mettant sous vide.

III.A- 2- Montage sur la surface froide.

Les échangeurs de chaleur ou surfaces froides des 1er et 2ème étages sont en cuivre de haute conductibilité (OFHC). L'échangeur de chaleur du 1er étage a quatre trous percés pour des vis 8-32 ou M4x0.7. L'échangeur de chaleur du 2ème étage est percé en quatre endroits, à 8-32 ou M4x0.7 pour les clients utilisant les mesures métriques.
Si le montage de l'interface utilise ces trous, une feuille d'indium doit être placée entre l'interface et l'échangeur de chaleur, ou l'utilisation de vis en cuivre est recommandée. A notre connaissance,

aucun fabricant ne propose des vis en cuivre. Vous pouvez les faire vous même en filetant une tige de cuivre et en prévoyant une section plus large pour la tête.

Si la platine de montage sur l'échangeur de chaleur demande une modification, Cryomech doit d'abord être consulté, afin d'éviter tout dommage à la tête froide. Le perçage de trous sans approbation préalable de Cryomech annule la garantie. L'installation idéale est obtenue par l'emploi d'une soudure d'indium à 200°F (95°C) sur l'échangeur de chaleur et l'interface. Ne pas élever la température de l'échangeur de chaleur, ou de n'importe quel composant du GB 37, au-dessus de la température minimale nécessaire pour faire couler la soudure d'indium. Nous recommandons un pistolet électrique à air chaud standard. Joindre les deux surfaces soudées et réchauffer avec un pistolet à air chaud jusqu'à ce que la soudure coule.

ATTENTION: NE PAS UTILISER DE SOUDURE 50% PLOMB, 50% ETAIN. SON POINT DE FUSION EST TROP ELEVE, CE QUI ENDOMMAGERAIT LES PARTIES INTERNES.

Dans certaines applications des composants lourds doivent être montés sur les surfaces froides. Des composants pesant plus de lb (Kg) doivent être supportés par une structure auxiliaire, qui ajoutera, bien sûr, une nouvelle charge thermique sur l'étage froid. Un poids excessif installé sur les cylindres peut abîmer les tubes ou les tordre, restreignant le mouvement des déplaceurs. Quand la tête froide est montée horizontalement des poids plus légers causerons des torsions. Pour un montage horizontal des composants de plus de lbs (Kg) devront être supportés à l'extérieur comme décrit ci-dessus.

III.B- Orientation.

La tête froide du Cryomech GB 37 peut être utilisée dans n'importe quelle orientation. Si elle est utilisée dans une orientation autre que la verticale avec l'extrémité froide en bas, il est important que l'unité soit bien attachée à la bride de l'enceinte à vide.

III.C- Instrumentation.

A cause de nombreuses difficultés, il n'est pas toujours possible de mesurer avec précision les températures cryogéniques. Plusieurs méthodes et types d'équipements sont disponibles, qui ont tous une précision raisonnable, mais qui ont tous certaines limites. Selon l'installation et les limites de son emploi, un type de thermométrie sera plus souhaitable qu'un autre. Dans la section suivante différentes méthodes de thermométrie sont envisagées. Si, après les rappels de cette section, il reste des questions, contacter Cryomech.

III.C- 1- Diodes au silicium.

De récents développements en capteurs électroniques de température ont augmenté leur fiabilité et leur précision. Ces petits éléments sont reliés à un microprocesseur pour indiquer des températures de 1.4K jusqu'à 380K, la plupart des fournisseurs prétendant à une précision de +/- 0,2K sur la gamme de températures cryogéniques. Ceci semblerait être l'un des moyens les plus précis de lire la température. Mais quel que soit l'instrument, il a ses problèmes et ses incertitudes.

Les avantages des thermomètres à diode silicium sont d'être faciles à équiper et de pouvoir, en option, recevoir un équipement annexe au thermomètre pour réguler et contrôler la température. Des contrôleurs sont disponibles pour piloter des chauffages ou des circuits de contrôle qui régulent

les températures. Cette souplesse d'emploi rend ces thermomètres particulièrement utiles pour de nombreuses applications.
D'autres problèmes rencontrés avec des thermomètres à diode silicium les rendent difficiles à utiliser dans certaines applications. Des interférences radio générées par certains moteurs électriques, soudures à l'arc, etc., peuvent influencer les capteurs. Ces interférences électromagnétiques provoquent des lectures erronées du thermomètre. Nombre de ces problèmes peuvent être résolus par une protection correcte. Pour les questions concernant la précision de thermomètres et leur problèmes, consulter les fabricants d'instruments.

III.C- 2- Thermocouples.

Des éléments de thermocouple qui mesurent des températures descendant jusqu'à 3K et moins sont disponibles. La précision des thermocouples à cette température est assez discutable. Des thermocouples semblent avoir une bonne précision aux alentours de 70K-90K, quand la jonction de référence est à l'azote liquide.
Une précaution particulière doit être prise lors de l'assemblage d'un thermocouple. La jonction sensible doit avoir un point de contact. Il doit être fixé à la tête froide de sorte que cette jonction soit le seul point de contact sur la surface froide.
Si le thermocouple est monté soigneusement, des lectures de température raisonnablement précises peuvent être effectuées. Pour de plus amples informations concernant l'installation, contacter le service technique du fabricant de thermocouple.

III.C- 3- Thermomètres à tension de vapeur.

Pour des températures inférieures à 28K, des jauges à tension de vapeur bien calibrées peuvent être très précises. Une jauge à hydrogène peut lire des températures légèrement supérieures à 12K et jusqu'à 28K avec précision. Pour des températures sous 12K, une jauge à tension de vapeur d'hélium adaptée peut être utilisée. Cette jauge à hélium est étalonnée avec la jauge à hydrogène à des températures au dessus de 12K. Une courbe de température est alors tracée en fonction de la pression et la courbe est extrapolée jusqu'à 4,2 K à 14,7 PSIA. Cette courbe extrapolée, bien que non précise, permet une lecture satisfaisante à un prix raisonnable.

III.D- Installation de capteurs de température.

L'emplacement de l'élément sensible sur les échangeurs de chaleur est important et peut influencer les résultats obtenus. Les capteurs doivent être mis en place soigneusement. Des capteurs de température installés de façon non judicieuse sont une cause courante de problèmes dans un système cryogénique. Dans votre système sous un vide atteignant $5x10^{-5}$ torr ou mieux, quand votre GB 37 est en fonctionnement, 0,0001" est une barrière thermique très importante. Utiliser une feuille d'indium entre l'échangeur de chaleur de la tête froide et le capteur. L'emploi d'une feuille d'indium est parfois délicat, et lors d'applications où se produisent des réchauffements et refroidissements répétés, le contact devra être souvent vérifié.
Nous recommandons l'utilisation de capteurs montés en bobines, fixés à la surface cryogénique par une vis en cuivre. Les capteurs de type cylindrique doivent être montés dans des trous de dimensions très voisines, l'espace vide étant rempli avec une époxy à haute conductivité ou avec un mélange graisse à vide + cuivre. Avec les capteurs cylindriques il est impératif que les fils connectés au capteur soient fixés à la surface avec un ruban de cuivre sur 6 à 8 pouces (15 à 20 cm)
.

III.D- 1- Emplacement.

Un bon contact physique est important et doit être pris en considération pour l'adaptation de la forme du capteur à l'échangeur de chaleur. Dans la plupart des cas, il est préférable de faire le contact sur la surface plate des échangeurs de chaleur. Si les surfaces plates doivent être occupées par d'autres montages, des adaptateurs spéciaux peuvent être utilisées pour adapter la partie ronde de l'échangeur de chaleur à un montage plan.

Le meilleur moyen de monter un capteur plat sur un échangeur de chaleur rond est de faire un adaptateur plat dont une face épouse la courbure du cylindre. Cette plaque doit être faite en cuivre OFHC pour assurer qu'il n'y ait pas de gradient thermique entre le capteur et l'échangeur de chaleur. L'adaptateur plat devra être soudé à l'échangeur de chaleur avec une soudure à l'indium.

L'emplacement du capteur doit aussi être envisagé en fonction de la charge. Positionner le capteur entre la charge thermique et la surface d'échange de chaleur, sur le GB 37 peut provoquer une erreur de lecture de température. Dans un cryostat complexe avec plusieurs liaisons thermiques et un écran élaboré, des capteurs multiples aideront à donner à l'opérateur un profil des températures du système .

III.D- 2- Thermalisation des fils.

Lors de l'instrumentation, une autre considération est la thermalisation des fils, depuis la température ambiante, jusqu'à celle du second étage. Parce que la plupart des liaisons aux équipements fixés sur les surfaces froides sont de bons conducteurs, il est important que ces liaisons soient thermalisées sur le premier étage. Pour les tests en dessous de 10 K, la quantité de chaleur apportée par plusieurs conducteurs non thermalisés pourrait empêcher d'atteindre les températures requises pour les expériences. Fixer les fils solidement, avec un adhésif, à l'échangeur de chaleur du 1er étage, en vérifiant qu'il y ait au moins deux pouces (5 cm) de contact entre les fils et la surface.

III.D- 3- Liaison thermique.

La liaison des instruments et de l'équipement aux échangeurs de chaleur est extrêmement importante pour l'obtention d'une capacité maximum et d'une basse température. Le meilleur contact est obtenu en soudant directement les pièces sur l'échangeur de chaleur avec une soudure à l'indium.

Si la soudure n'est pas possible, il faut installer une connexion mécanique serrée. Des trous 8-32 (M4 x 0,7) sont percés dans chacun des échangeurs de chaleur des 1er et 2ème étages. Une fine feuille d'indium doit être placée entre l'échangeur de chaleur et l'équipement afin d'assurer une conduction maximale de la chaleur. Si les trous de vis sont inadéquats pour une application particulière, Cryomech doit être consulté pour d'autres options. A aucun moment des trous ne doivent être percés dans l'échangeur de chaleur. Ceci pourrait endommager la tête froide et annule la garantie.

Durant le processus d'instrumentation, se rappeler que de nombreux paramètres variables influent sur le bon fonctionnement du cryogénérateur GB 37. Un grand soin doit être pris afin que toutes les connexions soient fiables.

III.D- 3- Isolation de la chaleur rayonnante.

L'isolation de la chaleur rayonnante est une partie importante de l'installation cryogénique. Une fois que tous les instruments et autres équipements sont installés sur la tête froide, il faut l'écranter optiquement de toute surface plus chaude.

Un mylar revêtu d'aluminium, appelé superisolation, est disponible pour cette application. Il peut être enroulé en plusieurs couches autour des cylindres, éliminant effectivement les pertes thermiques par rayonnement sur les composants cryogéniques. L'échangeur de chaleur #2 et au moins la moitié de la distance à l'échangeur de chaleur #1, sur chacun des tubes, doivent être enveloppés de superisolant, entre 6 et 10 couches. Plusieurs grandes feuilles peuvent être pliées pour faire des "matelas" à couches multiples. L'isolation devra être fixée en place par des films adhésifs, mais non serrée au point de gêner l'évacuation. Veiller à envelopper la surface entre les deux tubes de petit diamètre. Ceci est important, car cela isole optiquement l'échangeur de chaleur #2 de l'échangeur de chaleur #1.

Après avoir écranté le 2ème étage, il faut écranter le 1er étage. Les cinq ou six premières couches doivent commencer approximativement à mi-chemin entre la bride principale et l'échangeur de chaleur #1, et continuer vers le bas, enveloppant entièrement le 2ème étage. S'assurer que la surface entre le petit et le grand tube est légèrement enveloppée de superisolant. 6 à 10 autres couches doivent être enroulées sur toute la longueur du réfrigérateur. Il est important que l'isolation restant au-delà du 2ème étage soit repliée sur elle-même et fixée par un adhésif.

Si la tête froide est dans une installation telle que l'utilisation de superisolant soit impossible, un écrantage est nécessaire entre le 1er et le 2ème étage.

Son omission provoquerait une charge de chaleur excessive sur les deux étages, augmentant la température du second étage.

III.F- Conditions de vide requises.

Le dernier élément concerné par l'installation de la tête froide est le système de vide. Une enceinte à vide étanche et un système de pompage pouvant établir un vide de qualité sont nécessaires si le cryogénérateur doit délivrer une capacité maximum et une basse température.

Le vide minimum requis pour une fonction correcte de la tête froide est $5x10^{-4}$ torr. Avec ce vide, la superisolation devient efficace. Des vides de cette qualité ou mieux peuvent être atteints avec l'utilisation d'une pompe multi-étagée, reliée à une pompe à diffusion. La tête froide cryopompe un vide d'une qualité similaire à celui de la pompe à diffusion. Il faut se rappeler que meilleur sera le vide, mieux la tête froide fonctionnera. Dans la mesure où il faut chiffrer un vide minimum, on doit retenir un vide de $2x10^{-5}$ ou mieux.

Nombre de fabricants proposent des équipements pour le vide. Si quelque question concernant l'équipement à vide est soulevée, ne pas hésiter à appeler Cryomech.

III.G- Installation du compresseur.

Le compresseur CP25 est conçu pour un fonctionnement fiable durant des années. Une fois installé, le compresseur CP25 nécessite peu d'attention. Comme pour tout équipement de précision, il est important que l'installation soit correcte. La section suivante doit être vue avant la mise en route du système de compresseur. Une installation incorrecte peut entraîner une perte des droits de garantie.

III.G- 1- Puissance requise.

Le système de compresseur CP25 est disponible selon plusieurs caractéristiques électriques différentes. Le système standard utilise une alimentation 208/220 VAC, 60 Hz, 3 phases.

ATTENTION: LES TENSIONS FOURNIES DOIVENT ETRE A PLUS OU MOINS 5 POUR CENT DE LA TENSION PREVUE, INSCRITE SUR L'ETIQUETTE D'IDENTIFICATION SITUEE SUR LE PANNEAU ARRIERE.

L'ordre des phases d'alimentation du système de compresseur CP25 n'est pas critique. La rotation du compresseur dans le sens des aiguilles d'une montre ou en sens inverse donne le même résultat.
Le système de compresseur nécessite un circuit estimé à 40 A en marche normale, et 60 A en pointe. Un circuit sous-dimensionné pour la charge du compresseur provoquerait une tension faible et un dommage possible du compresseur.

ATTENTION: LE SYSTEME DE COMPRESSEUR EST POURVU D'UNE PRISE DE TERRE. NE JAMAIS OMETTRE CETTE CONNEXION OU ALIMENTER LE COMPRESSEUR PAR UN CIRCUIT NON RELIE A LA TERRE. CELA PEUT ENGENDRER UN DANGER.

III.G- 2- Transformateur.

Le module compresseur CP25 fonctionne mieux lorsque la tension fournie est proche de la limite supérieure spécifiée en section II.G-1. Avec cette tension la plus élevée, le courant du module de compresseur est minimum. En conséquence, cela diminue la température des bobinages électriques et augmente la vie du compresseur.
La tension de la ligne, dans beaucoup d'établissements, descend couramment à 200 V - 210V . Pour cette raison un élément transformateur a été ajouté au système de compresseur. Ce transformateur augmente la tension de la ligne alimentant le compresseur d'approximativement 10 pour cent.

ATTENTION: SI LA TENSION DE LA LIGNE ALIMENTANT LE SYSTEME DE COMPRESSEUR EST 220V OU PLUS, LE TRANSFORMATEUR DOIT ETRE INUTILISE. LE MAINTIEN DU TRANSFORMATEUR CAUSERAIT UNE TENSION EXCESSIVE ET DOMMAGEABLE POUR LE COMPRESSEUR.

III-G-3- Considérations sur l'environnement.

Où et comment le compresseur est installé peut influer sur ses capacités. Bien que les composants utilisés dans la fabrication du compresseur soient de la meilleure qualité, des conditions environnementales extrêmes peuvent nuire à son fonctionnement ou nécessiter un entretien.

III.G- 3-a- Température ambiante.

Le compresseur CP25 est destiné à fonctionner dans une température ambiante de 45°F à 105°F (7,2 à 40,5 °C). Si la température est sous 45°F (7°C), une plus grande viscosité de l'huile peut empêcher le démarrage et provoquer une mauvaise lubrification. Un fonctionnement au-dessus de la limite de 105°F (40°C) provoquera un suréchauffement et des problèmes conséquents. Si une

unité peut être soumise à l'une ou l'autre de ces conditions extrêmes, il est conseillé de consulter Cryomech pour des suggestions quant aux moyens à utiliser pour compenser ces conditions.

III.G- 3- b- Propreté

Un environnement très sale peut affecter les performances du compresseur. La poussière introduite dans l'unité par le ventilateur de refroidissement est soufflée sur le module de compresseur. Une accumulation de poussière sur le module de compresseur diminuera ses capacités de refroidissement. Etant donné que le système est étanche à l'hélium, le circuit d'hélium n'est pas concerné par cette contamination.

III.G- 3- c- Humidité

Comme pour la plupart des équipements électro-mécaniques, l'humidité peut-être un problème. Bien que la plupart des parties mobiles soient enfermées dans un environnement d'hélium, ceux qui sont exposés à l'atmosphère ne fonctionnent pas toujours correctement en atmosphère humide. Une humidité normale ne doit provoquer aucun problème au système. Cependant, un contact direct avec l'eau, endommagerait les composants et serait un danger électrique.

ATTENTION: TOUT EQUIPEMENT EXPOSE DIRECTEMENT AU CONTACT DE L'EAU DOIT ETRE DECONNECTE AU BOÎTIER COUPE-CIRCUIT ET REVISE.

III.G-3- d- Position de fonctionnement.

Il est recommandé que le système de compresseur CP25 fonctionne dans la position horizontale. Cependant, une horizontalité précise n'est pas nécessaire et un angle allant jusqu'à 5° est acceptable. Un fonctionnement à des angles supérieurs aux 5° recommandés peut poser des problèmes en ce qui concerne la lubrification de certaines parties du compresseur et doit être évité. Si l'application demande un plus grand angle, contacter Cryomech.

III.G- 4- Conditions requises pour le refroidissement.

Les tubes d'arrivée et d'évacuation de l'eau 1/4 FPT sont situés sur le panneau arrière. Ne pas appliquer de chaleur à ces raccords. L'utilisation de ruban téflon ou d'un autre composant d'étanchéité est recommandé.

Pour un refroidissement correct, un débit d'eau minimum de 2,0 GPM (7,6 l/mn) est requis. La température de l'eau arrivant ne doit pas excéder 80°F (27°C).

ATTENTION: UNE TEMPERATURE D'EAU SUPERIEURE A 80°F NE REFROIDIT PAS CORRECTEMENT LE COMPRESSEUR ET PEUT PROVOQUER UNE PANNE.

Le ventilateur dirigé sur le module de compresseur est aussi un élément important du système de refroidissement. Des précautions doivent être prises lors de l'installation du compresseur afin de laisser un espace libre à l'avant et à l'arrière pour la circulation de l'air.

III.G- 5- Câble d'alimentation de la tête froide.

Le câble du moteur de la tête froide est muni d'une prise de type à encliquetage rapide. L'anneau externe de la fiche s'enclanche et se ferme sur le collier de la prise. Un détrompeur, sur la prise, s'ajuste dans une rainure de la fiche, ce qui oriente les trois tiges. Pour verrouiller la fiche, poussez l'anneau externe en poussant la fiche dans la prise. S'assurer que la fiche est en place et verrouillée avant de mettre en marche le système. Pour enlever la fiche, tirer en arrière l'anneau externe et retirer la fiche.

ATTENTION: NE PAS CONNECTER OU DECONNECTER LE CÂBLE DU MOTEUR DE LA TÊTE FROIDE QUAND LE COMPRESSEUR EST EN FONCTIONNEMENT. CECI ENDOMMAGERAIT LA PRISE ET LA FICHE ET POURRAIT BLESSER L'OPERATEUR.

III.H- Installation des lignes.

Le système de cryogénérateur est alimenté par des lignes flexibles de 10 pieds pour amener le flux d'hélium du compresseur à la tête froide. Si l'installation nécessite que les composants soient séparés d'une plus grande distance, Cryomech doit être consulté. Des lignes d'une plus grande longueur ne posent pas un réel problème si certaines conditions requises sont remplies. Des distances de 100 pieds ou plus entre les éléments sont possibles si des précautions adéquates sont respectées. De plus grandes longueurs de lignes, si elles ne sont pas déterminées et installées correctement, provoquent des pertes importantes en capacité de réfrigération.

Les tuyaux standards sont équipés de raccords Aeroquip qui s'adaptent sur le compresseur et sur la tête froide. Ces raccords sont conçus pour permettre de déconnecter les éléments sans perdre d'Hélium. Lors du montage ou de l'enlèvement des raccords, il est impératif d'utiliser deux clés: l'une pour tenir la base du raccord, et l'autre pour tourner l'écrou. Ne pas maintenir la base du raccord peut provoquer son désassemblage, une perte d'Hélium, et une destruction du joint d'étanchéité.

Le raccordement des lignes vers la tête froide et le compresseur est important pour un bon fonctionnement du système. Le compresseur et la tête froide ont des repères colorés sur les raccords: rouge indique une haute pression et bleu indique une basse pression.

Comme avec tout équipement délicat, des précautions devront être prises lors du transport des lignes et des raccords. Bien que le matériel utilisé soit durable, les lignes, et en particulier les raccords ne doivent pas être heurtés ou laissés tomber. Les raccords doivent être protégés de la poussière et de l'humidité lorsqu'ils sont déconnectés et les extrémités doivent être nettoyées de toute particule visible avant leur montage. Avant de connecter les lignes, vérifiez les joints dans les côtés mâles des raccords montés sur la tête froide et sur le compresseur, pour une étanchéité correcte. Une cause courante de perte de gaz du système, est un joint détérioré ou manquant.

ATTENTION: LES RACCORDS AEROQUIP NE DOIVENT JAMAIS ETRE ENLEVES DES LIGNES SANS QUE LA CHARGE D'HELIUM N'AIT ETE EVACUEE AUPARAVANT.

IV- FONCTIONNEMENT DU CRYOGENERATEUR

IV.A- Introduction

Le GB 37 de Cryomech, avec le compresseur CP 25 est une machine très simple d'emploi. La section suivante explique en détail comment obtenir le maximum du système. Cette section comprend les instructions de démarrage et d'arrêt simples. Y figurent également des méthodes qui permettent de faire varier la capacité et la température. Lire entièrement cette section; cela aidera à obtenir des performances optimales.

IV.B- Mise en service.

Une fois l'installation accomplie, quelques rapides vérifications faciliteront la réussite de l'opération. Avant d'alimenter le compresseur, faites les vérifications préliminaires suivantes:
1- vérifiez la pression du système - les jauges doivent indiquer 190-205 PSIG.
2- ouvrez la vanne by-pass de plusieurs tours.
3- assurez vous que le débit d'eau de refroidissement et sa température correspondent aux conditions requises sur l'étiquette d'identification.
4- assurez vous que tous les raccords Aeroquip sont bien serrés.
5- assurez vous que le courant d'alimentation correspond aux spécifications requises sur l'étiquette d'identification.
6- vérifiez que le câble du moteur de la tête froide est connecté.

ATTENTION: NE PAS TENTER DE CONNECTER LE CORDON DU MOTEUR QUAND LE COMPRESSEUR EST EN MARCHE. CELA PROVOQUERAIT UN ARC DE HAUT VOLTAGE DETRUISANT LE CONNECTEUR ET EVENTUELLEMENT LE MOTEUR DE LA TÊTE FROIDE, POUVANT MÊME BLESSER L'OPERATEUR.

Pour mettre en marche le système, pousser le bouton de mise sous tension. Une différence de pression doit immédiatement apparaître entre les jauges de haute et basse pressions. Fermer complètement la vanne by-pass pour obtenir un différentiel de pression maximum. Le différentiel de pression diminuera à mesure que la tête froide refroidira. Quand la tête froide vient de se mettre en marche, elle produit un bruit de choc mécanique. Ce bruit diminuera graduellement au fur et à mesure que la tête froide refroidira.

IV.C- Fonctionnement.

Un cryogénérateur GB37 sans masse additionnelle sur les échangeurs de chaleur #1 et #2 refroidira très rapidement. Un refroidissement moyen à 80 K pour le 1er étage demande 40 à 45 minutes et 35 à 40 minutes pour que le 2ème étage atteigne 10 K. Quand une masse additionnelle est montée sur chaque étage, le refroidissement demande plus de temps.

ATTENTION: A AUCUN MOMENT LA HAUTE PRESSION NE DOIT DEPASSER 315 PSIG. DES PRESSIONS DE PLUS DE 315 PSIG SURCHARGERAIENT LE MODULE DE COMPRESSEUR ET POURRAIENT L'ENDOMMAGER. DES PRESSIONS DE PLUS DE 315 PSIG ACTIONNERONT LE PRESSOSTAT. POUR BAISSER LA HAUTE PRESSION, REDUIRE LA PRESSION DU SYSTEME, VOIR SECTION IV.F.

Les basses températures sans charge thermique dépendent d'un certain nombre de variables. La qualité du vide, la qualité de la superisolation, et la charge apportée par les fils de liaison aux instruments ont un effet sur les basses températures atteintes. Sans aucune charge, le 1er étage doit atteindre 25 K - 32 K, alors que le 2ème étage doit atteindre 8 K - 9 K.

L'utilisateur peut modifier les basses températures atteintes en changeant la quantité de gaz dans le système. La plus basse température du 2ème étage peut être atteinte en diminuant la pression d'aspiration, voir section IV.F. Avec cette plus faible pression d'aspiration, le 2ème étage peut atteindre 7K-8K s'il n'y a pas de charge sur le 2ème étage. Ces températures minimales possibles peuvent être affectées par les paramètres mentionnés ci-dessus et représentent les températures obtenues dans des conditions idéales.

Alors que la plus basse température est atteinte avec une faible pression d'aspiration, la capacité maximum pour une charge thermique est obtenue avec un grand différentiel de pression. Le différentiel de pression maximum possible est 275 psi. Ce différentiel produit les plus grandes capacités. Lorsque le cryogénérateur GB 37 refroidit, il demande davantage d'hélium, le différentiel de pression décroît donc avec le refroidissement de l'unité.

IV.D- Charges thermiques.

Comme signalé dans le précédant paragraphe, le différentiel de pression fourni par le compresseur au cryogénérateur GB 37 influe sur les capacités du système. La capacité du cryogénérateur se détermine par le nombre de watts de chaleur qu'il peut absorber à une température donnée.

IV.E- Capacités du Cryomech GB 37

CAPACITES DU CRYOREFRIGERATEUR CRYOMECH GB 37

COMPRESSEUR	**1er ETAGE, MAX**	**2ème ETAGE, MAX.**	**ENSEMBLE, #1+#2**
CP25	60 W @ 70K	30 W @ 20 K	60 W @ 70K + 25 W @ 20K

Ces capacités sont maximales, dans des conditions idéales. Les courbes des deux étages et des capacités intermédiaires sont disponibles sur demande. L'analyse des capacités ci-dessus montre que la charge d'un étage influe sur la capacité de l'autre étage. Alors que les étages sont à des températures différentes, et semblent être indépendantes, elles sont interdépendantes et agissent l'une sur l'autre. Chacun des deux étages a une capacité plus basse quand l'autre étage est dans le cas d'une pleine charge thermique. En général, la capacité varie sur chaque étage en fonction que la charge change sur l'autre étage. Ces capacités sont bien prévisibles et doivent être reproductibles si le système est installé correctement.

IV.F- Modifications des capacités.

Les capacités du réfrigérateur peuvent être modifiées par le changement de certaines conditions à la fois externes et internes à la tête froide. Les changements externes incluent la variation de la pression du système et l'augmentation ou la diminution du différentiel de pression par la vanne by-pass. Changer la pression du système changera le différentiel de pression et par là modifiera les capacités. Pour des capacités maximales le compresseur peut être chargé en marche avec la vanne by-pass complètement fermée, pour obtenir la haute pression maximale de 300 PSIG. Ceci amène à

un différentiel de pression entre 220 psi et 260 psi. Ces différentiels produiront les plus grandes capacités.

Si les capacités sont trop importantes et des températures plus élevées sont désirées, plusieurs changements peuvent être faits. Réduire la charge d'hélium dans le système diminuera l'ensemble des capacités. Une plus faible charge diminuera le différentiel de pression, produisant donc de plus faibles capacités. Une autre méthode, moins compliquée, de réduire les capacités est d'ouvrir la vanne by-pass. Ceci détourne de la tête froide une partie de l'hélium circulant, et par ce moyen diminue le travail fait dans la tête froide. Une caractéristique de cette méthode de contrôle de la température est que si la basse pression augmente à 100 PSIG la température du 2ème étage augmente énormément. S'il est important d'obtenir de basses températures au 2ème étage, la basse pression doit être gardée la plus faible possible.

Si un contrôle plus spécifique de l'un ou de l'autre étage est nécessaire, il faut procéder à des modifications internes. Cela implique de modifier la distance de déplacement du déplaceur. Réduire la course du déplaceur revient à réduire la capacité de l'étage. Des espaceurs peuvent être fournis par Cryomech pour modifier la course du déplaceur. Si ces modifications doivent être apportées, il est recommandé de consulter Cryomech.

IV.G- Vérifications requises.

Le dernier point de l'utilisation du cryoréfrigérateur GB37 est une inspection de routine. Après lecture et compréhension des diverses fonctions du système, il est clair que -avec une maintenance relativement réduite- le système doit être vérifié régulièrement pour assurer le meilleur fonctionnement.

IV.G- 1- Tête froide.

L'utilisateur doit inspecter régulièrement la tête froide et relever sa température et sa capacité. Si la température s'élève et que la capacité de refroidissement diminue, cela est a priori le signe d'un problème mécanique à l'intérieur de la tête froide. Si le différentiel de pression au compresseur est correct, et que le compresseur semble fonctionner correctement, La tête froide requiers probablement une maintenance.

Une vérification supplémentaire consiste à écouter le bruit de la tête froide. Une défaillance mécanique est le plus souvent accompagnée d'une augmentation significative du bruit.

Un claquement aigu indique une altération dans le mouvement du déplaceur, provocant une baisse de rendement à la tête froide. En général, prendre le temps d'interpréter le bruit du système permet de prévenir ou de détecter un mauvais fonctionnement.

IV.G-2 Compresseur.

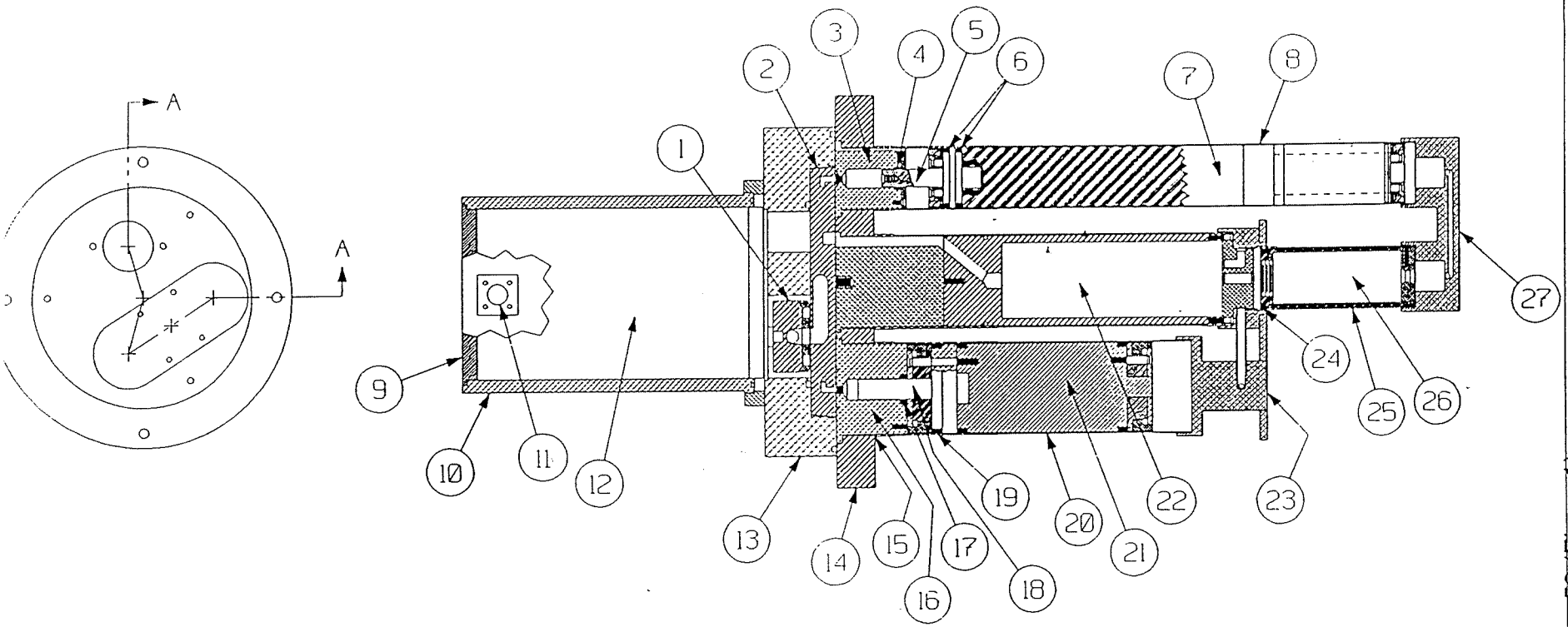
Le système de compresseur CP25 a été conçu pour un fonctionnement continu et sans problème. Cependant, quelques vérifications sont proposées, qui aideront à localiser ou prévenir un dysfonctionnement. La liste suivante doit être observée soigneusement.

IV.H- Vérifications quotidiennes.

1. Vérifier le niveau d'huile du module compresseur. Le niveau doit être au moins à la moitié du voyant lorsque l'appareil est en marche. Sinon, le compresseur n'est pas correctement lubrifié et peut serrer. Voir Section V.B-2.
2. S'assurer que le ventilateur tourne. S'il ne tourne pas, arrêter l'appareil et remplacer le ventilateur.
3. Vérifier la pression du système et le différentiel de pression. De brusques variations de pression ou de différentiel de pression indiquent une fuite de pression ou d'autres problèmes du circuit.
4. Vérifier les voyants liquide d'injection d'huile. Les deux voyants doivent montrer un flux d'huile assez rapide. Si le flux est réduit ou absent, arrêter immédiatement le système, et voir Section V.B-7.
5. Vérifier les voyants liquide des deux étages de retour d'huile. Un écoulement d'huile doit être visible dans les deux voyants, avec un écoulement nettement supérieur dans le voyant du premier étage de séparation.
6. Vérifier le voyant sur la ligne de retour d'huile du décanteur. Un niveau d'huile élevé ou une absence de mouvement d'huile indique un bouchage de l'orifice et/ou du filtre limitant le flux . Arrêter immédiatement le système et se référer à la section V.B- 6.
7. Vérifier le voyant de retour d'huile du coalesceur. Ce voyant montre normalement peu ou pas d'huile. Cependant, si un niveau d'huile est visible, le système doit être arrêté et la ligne de retour remise en état. Voir Section V.B- 6.

Il est souhaitable que la section de ce manuel concernant le fonctionnement permette d'obtenir toute satisfaction dans le fonctionnement du cryoréfrigérateur Cryomech GB37.
Les informations sont données ici pour faciliter l'installation et le fonctionnement, mais une situation particulière peut demander une attention spéciale. Si, après la lecture de cette section, il reste des questions, contacter Cryomech pour de plus amples informations.

SECTION A-A



1] VANNE ROTATIVE
2] PLAQUE DE VANNE
3] SUPPORT DE TUBE AXIAL du 2ème étage
4] JOINT DE TUBE AXIAL du 2ème étage
5] TUBE AXIAL du 2ème étage
6] SEGMENTS du 2ème étage
7] DEPLACEUR du 2ème étage
8] CYLINDRE DU DEPLACEUR du 2ème étage
9] MOTEUR (HAUT)
10] ENVELOPPE DU MOTEUR
11] PASSAGE ELECTRIQUE
12] MOTEUR
13] SUPPORT DE MOTEUR
14] BRIDE
15] ASSEMBLAGE DES CYLINDRES
16] SUPPORT DE TUBE AXIAL du 1er étage
17] JOINT DE TUBE AXIAL du 1er étage
18] TUBE AXIAL du 1er étage
19] SEGMENT A RESSORT du 1er étage
20] CYLINDRE DU DEPLACEUR du 1er étage
21] DEPLACEUR du 1er étage
22] REGENERATEUR du 1er étage
23] ECHANGEUR DE CHALEUR du 1er étage
24] JOINT DU REGENERATEUR du 2ème étage
25] CYLINDRE DU REGENERATEUR du 2ème étage
26] REGENERATEUR du 2ème étage
27] ECHANGEUR DE CHALEUR du 2ème étage

CRYOMECH, INC. SYRACUSE, N.Y.	
TOLERANCES: FRACTIONS ±1/64 DECIMALS ±.005 ANGLES ±.5° [UNLESS OTHERWISE SPECIFIED]	
NAME: GB37 CUTAWAY	
PART #: GB37-000-A	
MATERIAL:	
DATE: 06-21-95	
DWN: S. DALTON	
APP:	SCALE: 1:4

59 (Figure1)